



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000049066 A**(43) Date of publication of application: **18.02.00**

(51) Int. Cl.

H01L 21/027**G01B 11/00****G03F 7/20****G03F 9/00**(21) Application number: **10210981**(71) Applicant: **CANON INC**(22) Date of filing: **27.07.98**(72) Inventor: **UKAJI TAKAO****(54) ALIGNER AND MANUFACTURE OF DEVICES**

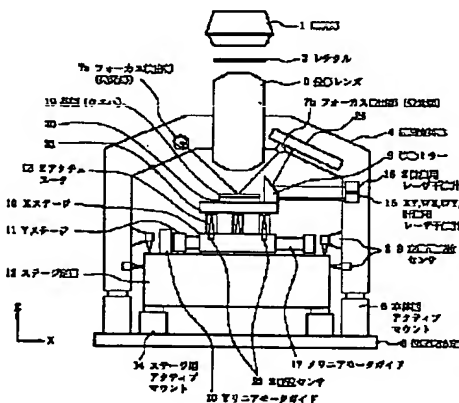
the lens barrel 4 as a reference that is independent in terms of vibration.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately measure the position of a stage device to be used for a semiconductor aligner.

SOLUTION: This aligner is provided with a projection optical system for projecting a pattern formed on an original plate to a substrate, a stage which is movable in the direction orthogonal to the main light axis of the projecting optical system, a lens barrel supporting body 4 for supporting the projecting optical system to the floor, and a stage pedestal 13 for supporting the stage to the floor, and further more it is provided with a stage pedestal measuring device for measuring the distance between the lens barrel supporting body 4 and stage pedestal 13 or a deviation thereof and a stage measuring device for measuring the distance between the lens barrel supporting body 4 and stage or a deviation thereof. Thus, the positions of the stage and stage pedestal 13 are measured, using



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-49066

(P2000-49066A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	チーマコード (参考)
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 6 B 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	G 5 F 0 4 6
G 0 3 P 7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	5 2 1
9/00		9/00	H

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-210981

(22) 出願日 平成10年7月27日 (1998.7.27)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 宇根 隆夫

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100089877

弁理士 丸島 健一

Fターム(参考) 2F065 AAG4 CC19 CC25 FF55 G004

HH03 HH13 JJ09 LL12 LL42

PP12

5F048 CC01 CC03 CC06 CC15 CC16

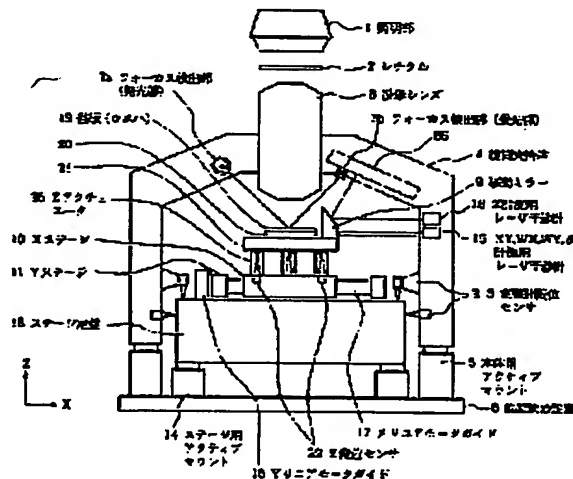
DB05

(54) 【発明の名称】 露光装置およびデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体露光装置に用いられるステージ装置の位置測定を正確に測定する。

【解決手段】 原版に形成されているパターンを基板上に投影するための投影光学系と、該投影光学系の主光軸と直交する方向に移動可能なステージと、該投影光学系を床に対して支持する鏡筒支持体と、該ステージを床に対して支持するステージ定盤を備え、該鏡筒支持体から該ステージ定盤の位置または変位を測定するステージ定盤計測器と、該鏡筒支持体から該ステージの位置または変位を測定するステージ計測器とを有することを特徴とする露光装置により、ステージとステージ定盤の位置をこれらと振動的に独立である鏡筒支持体を基準にそれぞれ計測を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 原版に形成されているパターンを基板に投影するための投影光学系と、
該基板または原版を保持して該投影光学系に対して移動可能なステージと、

該投影光学系を支持する鏡筒支持体と、

該ステージを支持する定盤とを備え、

該鏡筒支持体に対する該定盤の位置または変位を測定する定盤計測器と、

該鏡筒支持体に対する該ステージの位置または変位を測定するステージ計測器とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項2】 前記ステージ計測器は干渉計を有し、前記ステージは干渉計からの計測ビームを反射する反射面を有することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】 前記光軸と直交する方向から前記反射面に計測ビームが入射されることを特徴とする請求項2記載の露光装置。

【請求項4】 前記ステージは、入射する計測ビームを斜めに反射する反射面を有することを特徴とする請求項2または3記載の露光装置。

【請求項5】 前記ステージは、入射する計測ビームに対してほぼ垂直な面を持つ反射面と、入射する計測ビームを斜めに反射する反射面を有することを特徴とする請求項2～4いずれか記載の露光装置。

【請求項6】 前記斜めに反射されたビームが、前記投影光学系の光軸と平行な方向の成分を有することを特徴とする請求項4または5記載の露光装置。

【請求項7】 前記入射する計測ビームと前記斜めに反射されたビームを含む平面が、前記投影光学系の光軸とほぼ平行であることを特徴とする請求項4～6いずれか記載の露光装置。

【請求項8】 入射する計測ビームと前記斜めに反射されたビームが鋭角をなしていることを特徴とする請求項4～7いずれか記載の露光装置。

【請求項9】 前記斜めに反射されたビームを更に反射するための反射面を有する固定反射面が、前記鏡筒支持体に設けられていることを特徴とする請求項4～8いずれか記載の露光装置。

【請求項10】 前記固定反射面の法線方向と該固定反射面に入射されるビームの方向が、ほぼ平行であることを特徴とする請求項9記載の露光装置。

【請求項11】 前記ステージは、前記入射する計測ビームを斜めに反射する反射面を複数有することを特徴とする請求項4～10記載の露光装置。

【請求項12】 前記ステージ計測器は、前記ステージに設けられた複数の斜めの反射面を選択して用いることを特徴とする請求項11記載の露光装置。

【請求項13】 前記ステージ計測器は、前記ステージの位置情報に基づいて前記複数の斜めの反射面を選択し、

て用いることを特徴とする請求項12記載の露光装置。

【請求項14】 前記ステージ計測器は、少なくとも3箇所で前記斜めの反射面でビームを反射させていることを特徴とする請求項11～13いずれか記載の露光装置。

【請求項15】 前記ステージ計測器は、前記斜めに反射された複数のビームを用いて、前記ステージの前記投影光学系の光軸方向の位置または変位と、前記投影光学系の光軸と傾斜する方向の回転を測定することを特徴とする請求項14記載の露光装置。

【請求項16】 前記ステージ計測器は、前記斜めに反射されたビームを用いて、前記ステージの前記投影光学系の光軸方向の位置または変位を測定することを特徴とする請求項4～13いずれか記載の露光装置。

【請求項17】 前記ステージ計測器は、ステージの6軸方向の位置または変位を測定することを特徴とする請求項1～16いずれか記載の露光装置。

【請求項18】 ステージ計測器の計測結果に基づいて、前記ステージの制御を行うことを特徴とする請求項1～17いずれか記載の露光装置。

【請求項19】 前記定盤は、鏡筒支持体から振動が絶縁されている状態であることを特徴とする請求項1～18いずれか記載の露光装置。

【請求項20】 前記鏡筒支持体は、床から鏡筒支持体用マウントを介して支持されていることを特徴とする請求項19記載の露光装置。

【請求項21】 前記鏡筒支持体用マウントは、アクティブマウントであることを特徴とする請求項20記載の露光装置。

【請求項22】 前記定盤は、床からステージ用マウントを介して支持されていることを特徴とする請求項19～21いずれか記載の露光装置。

【請求項23】 前記ステージ用マウントは、アクティブマウントであることを特徴とする請求項22記載の露光装置。

【請求項24】 前記定盤計測器の検出結果に基づいて、前記ステージ用マウントを制御することを特徴とする請求項23記載の露光装置。

【請求項25】 前記ステージの駆動信号に基づいて、前記ステージ用マウントをフィードフォワード制御することを特徴とする請求項23または24記載の露光装置。

【請求項26】 前記原版と前記基板を前記投影光学系に対して走査移動させ、走査中に該原版に露光光を照射し、該原版に形成されたパターンを該基板に転写する走査型露光装置であることを特徴とする請求項1～25いずれか記載の露光装置。

【請求項27】 請求項1～26いずれか記載の露光装置を用意するステップと、該露光装置を用いて原版のパターンを基板に転写するステップとを有することを特徴

とするデバイス製造方法。

【請求項28】 前記基板上に感光剤を塗布するステップと、該基板上に露光された部分を現像するステップとを更に有することを特徴とする請求項27記載のデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶基板または半導体デバイスの製造等に用いられる露光装置に関する。また、このような露光装置を用いたデバイス製造方法に 10 関する。

【0002】

【従来の技術】図7は従来の半導体露光装置等に使用される位置決め装置の計測手段の一例であり、レーザ干渉計による計測システムの配置を示す図である。

【0003】同図において、120は不図示のウエハを搭載するウエハチャック、121はウエハチャック120を支持し搭載するステージのトップステージであり、不図示のガイドおよびアクチュエータによりX、Y軸方向に長ストローク移動し、Z軸方向および ωX 、 ωY 、 θ の回転方向に短いストローク移動する。 20

【0004】130は演算回路および駆動回路等を含む制御ボックス、131aはトップステージ105に取り付けられたX反射面、132bはトップステージに取り付けられたYミラーの反射面、133a、133b、133cはX方向を計測する干渉計、134a、134bはY方向を計測する干渉計である。干渉計133a、133b、133c、134a、134bは計測の基準となる不図示の定盤に支持固定されている。

【0005】従来、位置決め装置と称される装置の位置決めには、ステージに取り付けられた反射ミラーの各々所定の位置にレーザ光を入射し、反射光よりビーム入射位置のビーム入射方向に沿った位置変動情報を得て位置検出を行い、この検出結果より位置決め制御を行う。回転方向の検出手段としては、同一軸方向の2ヶ所のビーム入射位置のその軸方向に沿った位置変動情報を得ることにより求める。すなわち、図7の計測システムでは、干渉計133a、133b、133cに基づく位置変動情報より、Y軸方向、 ωX 方向の位置検出を行って、Z軸を除く5軸方向の位置決め制御をレーザ干渉計による位置検出情報を基に行う。Z軸方向の位置検出手段は、通常、移動するステージ内に設けられた不図示のリニアエンコーダや誘電容量センサ等があり、その検出結果に基づいてZ軸方向の位置決め制御が行われる。 40

【0006】次に、このような計測システムを備えた従来の半導体露光装置の全体図を図8に示す。

【0007】同図において、101はレチクルパターンを照明する照明部、102は転写すべきパターンを有するレチクル、103はレチクルパターンをウエハ上に投影する投影レンズ、104は投影レンズ103を支持す 50

る鏡筒支持体、107aは投影レンズ103との焦点とウエハ間の距離を計測するフォーカス検出部の発光部、107bは同じくフォーカス検出部の受光部、106はステージの位置を制御するための干渉計、121はトップステージ、110はXステージ、111はYステージ、117はXステージ駆動用のガイドおよびXリニアモータ、118はYステージ駆動用のガイドおよびYリニアモータであり、125はトップステージ121をXステージ110に対してZ方向に駆動するZアクチュエータである。また、122は、前述のステージ内に設けられたZ軸方向のZ変位センサである。Z変位センサ122により、Xステージ110に対するトップステージ121の変位を3箇所測定し、トップステージのZ方向の変位と傾き方向（チルト方向）の変位が測定可能である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このようなZ方向の位置検出手段を用いた位置決め装置においては、以下のような問題点が生じる。

【0009】(1) トップステージのZ方向の位置情報をXステージとトップステージとの位置関係から求めているため、ステージ加速時の慣性力やステージ自体の自重が移動荷重として作用したときのステージガイド部の変形や、ステージを支持搭載する定盤や構造体の変形が計測誤差となり、高精度な位置決めが難しい。

【0010】(2) ガイド精度や定盤の変形等の変動分をXステージとトップステージとの間に設けたZアクチュエータで補償しなければならず、Xステージとトップステージの間に設けたZアクチュエータのストロークを大きくする必要がある。

【0011】(3) また、Z方向の変位の測定が、X、Y方向の測定を行っている干渉計とは異なる方法であるため、周波数特性の違いが測定誤差となってしまふ。

【0012】本発明の目的は、従来技術の課題を鑑み、鏡筒支持体をステージの位置または変位を基準に測定することで、高精度な位置合わせを可能にする露光装置を提供することにある。

【0013】また、本発明の目的は、従来技術の問題点に鑑み、簡単な構成によってZ方向の計測を可能にすることにより、高精度な位置決めが可能な露光装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するための本発明の露光装置は、原版に形成されているパターンを基板に投影するための投影光学系と、該基板または原版を保持して該投影光学系に対して移動可能なステージと、該投影光学系を支持する鏡筒支持体と、該ステージを支持する定盤とを備え、該鏡筒支持体に対する該定盤の位置または変位を測定する定盤計測器と、該鏡筒支持体に対する該ステージの位置または変位を測定するス

ステージ計測器とを有することを特徴とする。

【0015】また、前記ステージ計測器は干渉計を有し、前記ステージは干渉計からの計測ビームを反射する反射面を有することが望ましい。

【0016】また、前記ステージは、入射する計測ビームを斜めに反射する反射面を有することが望ましい。ここで、前記斜めに反射されたビームが前記投影光学系の光軸と平行な方向の成分を有することが好ましく、前記入射する計測ビームと前記斜めに反射されたビームを含む平面が、前記投影光学系の光軸とほぼ平行であることが好ましく、入射する計測ビームと前記斜めに反射されたビームが鋭角をなしていることが好ましい。

【0017】また、前記斜めに反射されたビームを更に反射するための反射面を有する固定反射面が、前記鏡筒支持体に設けられていることが望ましく、前記固定反射面の法線方向と該固定反射面に入射されるビームの方向が、ほぼ平行であることが好ましい。

【0018】また、前記ステージは前記入射する計測ビームを斜めに反射する反射面を複数個有することが望ましく、前記ステージ計測器は前記ステージの位置情報に基づいて前記複数の斜めの反射面を選択して用いることが好ましい。

【0019】前記ステージ計測器は、少なくとも3箇所前記斜めの反射面でビームを反射させていることが望ましく、前記ステージ計測器は、前記斜めに反射された複数のビームを用いて、前記ステージの前記投影光学系の光軸方向の位置または変位と、前記投影光学系の光軸と傾斜する方向の回転を測定することが好ましい。

【0020】また、前記ステージ計測器は、前記斜めに反射されたビームを用いて、前記ステージの前記光軸方向の位置または変位を測定することが望ましく、ステージの6軸方向の位置または変位を測定することが好ましい。

【0021】また、前記定盤は、鏡筒支持体から振動が絶縁されている状態であることが望ましく、前記鏡筒支持体は床から鏡筒支持体用マウントを介して支持されていることが好ましく、前記定盤は床からステージ用マウントを介して支持されていることが好ましい。

【0022】また、前記原版と前記基板を前記投影光学系に対して走査移動させ、走査中に該原版に露光光を照射し、該原版に形成されたパターンを該基板に転写する走査型露光装置であることが望ましい。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施形態を説明する。

【0024】図1は本発明の第1実施形態に係わる6軸ウエハステージの斜視図である。

【0025】同図において、13は上面にXY平面の基準面を持つステージ定盤である。11はYステージであり、Yガイド18aによりY方向に案内され、Yリニア

モータ18bによりY方向に移動可能である。10はXステージであり、Yステージ17aに設けられたXガイドによりX方向に案内され、Yステージ11に対してX方向に移動可能である。Xステージ10およびYステージ11ともステージ定盤13の基準面に静圧軸受（不図示）を介して支持されている。

【0026】XY方向に移動可能なXステージ10上に4軸（Z、 ωX 、 ωY 、 θ ）動作するトップステージが搭載されている。4は不図示のウエハを搭載するウエハチャックである。

【0027】図2はレーザ干渉計15と2計測用レーザ干渉計16によりステージの位置または変位を計測する計測システム（ステージ計測器）の配置を示す斜視図である。

【0028】同図において、20は不図示のウエハを搭載するウエハチャック、21はウエハチャック20を支持し搭載するトップステージであり、不図示のガイドおよびアクチュエータによりX、Y方向に長ストローク移動し、Z方向および ωX 、 ωY 、 θ の回転方向に短いストロークで移動する。

【0029】30は演算回路および駆動回路等を含む制御ボックス、La、Lb、Lc、Ld、Lay、Lbyは位置計測のためのレーザ光である。31はトップステージ5に取り付けられたXミラーであり、反射面31aおよび31bを有する鏡が一体となっている。反射面31aはX方向に対し垂直になるように配置され、反射面31b（傾斜した反射面）はXY平面に対し ωY 方向に45度以上の傾斜をなすように配置された光学部材である。32はトップステージ5に取り付けられたYミラーであり、反射面32aを有している。32aはY軸方向に対して垂直になるように配置されている。

【0030】33a、33b、33cはX方向を計測する干渉計であり、反射面31aの各々所定の位置にX方向と平行なレーザ光を入射し、その反射光によりビーム入射方向（X方向）に沿った位置変動情報を検出する。34a、34bはY方向を計測する干渉計であり、反射面32aの各々所定の位置にY方向と平行なレーザ光を入射し、その反射光によりビーム入射方向（Y方向）に沿った位置変動情報を検出する。

【0031】33dは干渉計33aとZ方向に整列するように配置された干渉計であり、X方向から反射面31bにレーザ光を入射する。

【0032】33a、33bおよび33dは、Z方向に配列されて互いに平行なレーザ光La、Lb、Ldを検出するための干渉計であり、34a、34bは、Z方向に配列されて互いに平行なレーザ光Lay、Lbyを検出するための干渉計である。

【0033】各々の干渉計33a、33b、33c、33d、34a、34bは計測基準となる不図示の支持体に支持固定されている。

【0034】35は干渉計33dから反射面31bによってZ方向成分を持つように反射されたレーザ光を逆のビーム路をたどるように反射するための固定ミラーであり、トップステージ21のX方向の移動量に応じた長さを備え、計測基準となる不図示の支持体に支持固定されている。

【0035】上記のレーザ干渉計は、反射面の位置変化情報(変位量、速度等)を検出する装置であり、構成の詳細は周知なので説明は省略する。

【0036】ミラー31、32の位置、すなわちトップステージ21の最初の位置は制御ボックス30に記憶されており、トップステージ21の現在の位置は、この最初の位置に、レーザ干渉計によるミラー31、32の変位量の積分値を加算することによって得られる。ステージのX、Y方向の位置計測は、それぞれレーザ干渉計33a、34aで行う。また、ステージのθ方向の回転量計測は、レーザ干渉計33aと33cの検出値差を検出し、制御ボックス30内で演算処理して行う。また、ステージのωY方向の回転量計測は、レーザ干渉計33aと33bの検出値差を検出し、制御ボックス30内で演算処理して行う。また、ステージのωX方向の回転量計測は、レーザ干渉計34aと34bの検出値差を検出し、制御ボックス内で演算処理して行う。

【0037】ステージのZ方向の位置計測は、レーザ干渉計33a、33dの検出値差を検出し、制御ボックス30内で演算処理して行う。これについては以下に詳細に説明を行う。

【0038】図3は、Z方向の位置計測の詳細を示す模式図である。

【0039】レーザ干渉計33dから入射されたレーザ光Ldは、反射面31bでプラスZ方向の成分を持つように所定の角度で偏向され、固定ミラー35の反射面35aに入射し、逆方向に反射される。レーザ光Ldが反射面31bの最初の入射点Z1から現在の入射点Z2になるように移動したときのレーザ干渉計33dの検出値の変化分がΔd、レーザ干渉計33aの検出値の変化分がΔxとする。

【0040】このとき、同図に示すように、レーザ光LdのX軸方向の変化分Δd1と、反射方向の変化分Δd2は、それぞれ次式のように求めることができる。

$$\begin{aligned} \Delta d 1 &= \Delta x + \Delta z \tan \theta \\ \Delta d 2 &= (\Delta x + \Delta z \tan \theta) \cos 2 \theta \end{aligned}$$

【0042】よって、Z方向の検出値の変化分Δzはレーザ干渉計33dの検出値の変化分Δdを用いて次の式のように求めることができる。

$$\Delta z = (\Delta d - \Delta x (1 + \cos 2 \theta)) / (\tan \theta (1 + \cos 2 \theta))$$

【0044】上記構成の露光装置においても、前述の実施形態と同様の効果を得られると共に、反射光が入射光と鋭角をなすように(図3の2θが0° < 2θ < 90°

となるように)ミラーを傾斜させることで、投影光学系との機械的な干渉を避けるように、鏡筒支持体11に固定ミラー35を取り付けることができるため、トップステージ5のX方向の形状を小さくすることが可能になる。

【0045】本実施形態の特徴としては、トップステージの形状を小さくできるため、トップステージの熱的変形等の不確定な位置決め誤差要因を小さくすることが可能となる。また、トップステージの軽量化により、ステージの固有振動数を高くすることができ、位置決め制御性能を高めることが可能となる。したがって、レチクル2とウエハチャック4に設置されたウエハ(不図示)を高遠かつ高精度に位置合わせすることが可能となる。

【0046】本実施例では、光学部材によってZ軸方向の成分を持つように計測ビームを偏向させ、光学部材で偏向された光がZ軸方向の成分を待てばステージのZ方向の位置を検出することができる。上記例では基準面に対して傾斜した反射面を持つミラーを用いているが、光学部材にはこれに限るものではなく、例えば入射光を偏向するために反射型あるいは透過型の回折格子を用いることもできる。この回折格子は基準面に平行な方向に多数のスリットが刻まれたものであり、格子面は基準面に対して垂直であっても傾いていてもよい。基準面にはほぼ平行な方向から格子面に計測光を入射させると、Z方向に高次回折光が発生する。この高次回折光(例えば一次光)を用いてステージのZ方向の位置を計測する。入射計測ビームに対して格子面が垂直な回折格子を用いた場合、ステージのZ方向の変位だけでは計測光の光路の長さの変化はないが、格子がZ方向に変位すれば1次回折光の位相が変化するので、この位相変化分を干渉計によって計測し、ステージのZ軸方向の変位を計測すれば良い。

【0047】また、本実施形態では傾斜した反射面を有するミラーをステージに1つだけ設けたが、これに限るものではなく、ステージに傾斜した反射面を複数個設けても良い。この場合、3箇所以上で傾斜した反射面を用いた測定を行えば、ステージのZ方向の変位だけではなく、ステージのチルト方向(ωX、ωY)の回転情報も得ることができる。また、複数の傾斜した反射面の測定をステージの動作状況に応じて切り替えて用いても良い。

【0048】次に、図4は本発明の特徴を最もよく表わす半導体露光装置の正面概略図である。

【0049】同図において、1は原版であるレチクルを照明する照明部、2は転写すべきパターンを有するレチクル、3はレチクル上に形成されたパターンを基板であるウエハ上に投影する投影レンズ(投影光学系)、4は投影レンズを支持する鏡筒支持体、5は鏡筒支持体4を支持して振動を抑え、かつ床からの振動を絶縁する本体用(鏡筒支持体用)アクティブマウント、6は本体用ア

クティブマウント5とステージ用アクティブマウント14の相対位置関係を位置決めしてこれらのマウントを設ける位置決め定盤である。

【0050】7aは投影レンズ3の焦点位置とウエハ上面間の距離および傾きを計測するフォーカス検出部の検出部。7bは同じくフォーカス検出部の受光部である。8は鏡筒支持体4に固定された2計測用の固定ミラー、9は鉛直と傾斜の2つの反射面を持った移動ミラーである。10はX方向に移動可能なXステージ、11はY方向に移動可能なYステージ、13はXステージ10およびYステージ11を支持するステージ定盤、14はステージの移動により生じるステージ定盤13の振動を抑え、かつ床からの振動を絶縁するステージ用アクティブマウントである。

【0051】15は鏡筒支持体4と基板ステージとの相対位置を計測し、かつ基板ステージの姿勢を計測するためのレーザ干渉測定器、16は鏡筒支持体4と基板ステージ上の移動ミラー9と固定ミラー8の間の距離を計測し、Z方向の基板ステージ位置を算出するためのレーザ干渉測定器、17はXステージをX方向に移動させるための駆動用のXリニアモータとXガイド、18はYステージをY方向に移動させるための駆動用のYリニアモータとYガイドである。

【0052】19はパターンを投影する対象である感光剤の塗布された半導体基板(ウエハ)、20は基板19を保持するための基板ホルダ、21は基板ホルダをZ、 θ 、 ω X、 ω Y方向に位置決めするための θ Zステージ(トップステージ)である。

【0053】23は鏡筒支持体4とステージ定盤13の間の位置関係を計測する定盤間変位センサである。定盤間変位センサ23には、渦電流型変位センサや静電容量型変位センサ等のアブソリュート型が用いられる。

【0054】本実施形態の半導体露光装置の動作を始めるときは、最初に、本体用アクティブマウント5が規定の位置へ移動し、鏡筒支持体4は床からの振動が除去された状態となる。次にステージ用アクティブマウント14が規定の位置へ移動し、ステージ定盤13は床からの振動が除去された状態となる。次にレーザ干渉測定器15を初期化し、各レーザ干渉計は原点出し動作が行われ、各干渉計の値は投影レンズまたは鏡筒支持体を基準とする位置を示すようになる。原点出し動作後のXYステージおよびトップステージ(θ Zステージ)の位置計測方法は前述した通りである。

【0055】また、定盤間変位センサ23により、鏡筒支持体4を基準としてステージ定盤13の位置を計測し、ステージ用アクティブマウント14を制御する。定盤間変位センサ23によるステージ定盤13の位置計測は、6軸方向の計測を行うことが望ましいが、これに限るものではない。また、定盤間変位センサ23の分解能は、ステージ定盤のZ方向および傾斜方向(チルト方

向)の動きを、Zアクチュエータ25の駆動範囲内に収めることができるだけの分解能を有していれば良い。

【0056】また、Xステージ10とトップステージ21との位置関係を計測するZ変位センサ22を別途設ければ、トップステージの初期の位置計測を行うことができる。この場合、Z変位センサ22としては、原点出し不要なアブソリュート型のセンサが望ましい。

【0057】ステージ用アクティブマウント14の制御は、上述した通り、定盤間変位センサ23の計測値に基づいてフィードバック制御を行うが、これとともに、Xステージ、Yステージおよびトップステージ(θ Zステージ)の駆動信号に基づいて、各ステージが駆動するときのステージ定盤13にかかる反力を計算し、この反力によってステージ定盤13が振動又は変位を起こさないように、ステージ用アクティブマウント14をフィードバック制御しても良い。

【0058】レチクル2は、不図示のレチクルステージに搭載されており、レチクルステージは鏡筒支持体4に支持されたレチクルステージ定盤上に支持され、回路パターンが形成されたレチクルを搭載して移動可能である。レチクルステージ(不図示)上に搭載されたレチクル2をステージ21上のウエハ19を露光する露光光は、照明部1から発生される。

【0059】なお、ウエハ19は、レチクル2と同様に走査される。レチクルステージ(不図示)とウエハ19を搭載したウエハステージ(10、11、21)の走査中、両者の位置はそれぞれ干渉計によって継続的に検出され、レチクルステージとウエハステージの駆動部にそれぞれフィードバックされる。これによって、両者の走査開始位置を正確に同期させるとともに、定速走査領域の走査速度を高精度で制御することができる。投影レンズに対して両者が走査している間に、ウエハ上にはレチクルパターンが露光され、回路パターンが転写される。

【0060】本実施形態によれば、ステージ定盤の基準面であるXY平面に対して45度以上に傾斜した(図3の θ が45度以下である)反射面にXY平面と平行なレーザ光を入射させることでステージのZ方向の位置計測を行うため、簡単な構成により、干渉計を支持する鏡筒支持体を基準に直接的に計測を行うことができる。この結果、ステージガイドが変形したり、ステージの移動に伴ってステージを支持するステージ定盤が変形を起こしても、Z方向の位置計測誤差を軽減させることができる。

【0061】また、ステージの位置計測に用いるためにミラーに入射したレーザ光は、すべてXY平面に平行なレーザ光であるため、レーザ干渉計による位置計測システムを簡易なものにすることができる。

【0062】また、ステージの6軸の位置計測にすべて同じ計測器(レーザ干渉計)を用いているため、周波数

特性がほぼ同じであるので計測誤差を軽減させることができる。

【0063】また、このような計測システムを備えた位置決め装置を半導体露光装置に設けることで、ウエハの位置や姿勢の高精度な計測を行うことができ、高精度な露光が実現できるほか、ステージ計測システムの簡易化から、露光装置の小型化・軽量化・低コスト化を図ることができる。

【0064】傾斜した反射面は、必ずしもXY平面に対して45度以上(図3の θ が45度以下)で傾斜させる必要はなく、45度またはそれ以下でも良い。しかし、入射した光に対して鋭角をなすように反射させれば、固定ミラー35を小さくすることができるほか、レーザ光の領域を狭めることができるので、レーザ光の光路の空調が容易にできる。ただし、ここで鋭角とは0度よりおおきく90度より小さい角度を意味する。

【0065】また、ステージに傾斜した反射面を複数個設けても良い。この場合、3箇所以上で傾斜した反射面を用いた測定を行えば、鏡筒支持体を基準とするステージのZ方向の姿勢だけでなく、ステージのチルト方向(ωX 、 ωY)の回転情報も得ることができる。また、複数の傾斜した反射面の測定をステージの動作状況(例えばステージの位置)に応じて切り替えて用いれば、斜めに反射したレーザ光を遮蔽するような露光装置内の障害物(例えば鏡筒等)を避けてステージの計測を行うことができる。

【0066】また、本計測システムは、上述のウエハステージに限るものではなく、レチクルステージに適用しても良い。さらに、移動体を正確に位置決めさせる位置決め装置に、本発明の傾斜した反射面を用いた計測システムを適用しても、同様な効果が得られる。

【0067】また、鏡筒支持体を基準としてステージ定盤の位置・姿勢を計測しているので、投影レンズに対するステージ定盤の振動を軽減させることができる。

【0068】さらに、鏡筒支持体を基準としてウエハステージとウエハステージを支持するステージ定盤の位置・姿勢を計測しているので、ウエハステージの制御の負担を軽減させることができる。特に、ステージ定盤の位置・姿勢の制御をウエハステージ内の微動機構(Zチルト θ 方向の駆動機構)の駆動範囲内に収めれば、ウエハステージを安定して制御することができる。

【0069】次に上記説明した露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施例を説明する。図5は半導体デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、あるいは液晶パネルやCCD等)の製造フローを示す。ステップ1(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2(マスク製作)では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ3(ウエハ製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記

用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。ステップ5

(組み立て)は後工程と呼ばれ、ステップ14によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップS7)される。

【0070】図6は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打込み)ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返すことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。上述した露光装置を用いて本製造方法を行えば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを製造することができる。

【0071】

【発明の効果】本発明の請求項1記載の露光装置によれば、ステージとステージ定盤の位置をそれぞれ計測することができるので、ステージ定盤が変形等を起こしても、鏡筒支持体に対するステージの位置計測誤差を軽減させることができる。

【0072】また、請求項4記載の露光装置によれば、計測ビームを斜めに反射することにより、簡単な構成で、計測ビームの入射方向以外の方向のステージの位置情報を得ることができる。

【0073】また、請求項8記載の露光装置によれば、入射ビームを鋭角に反射させることにより、入射ビームと斜めに反射されるビームとの領域を小さくできる。

【0074】また、請求項9記載の露光装置によれば、斜めに反射されるビームを用いて鏡筒支持体を基準とする測定を行うことができる。

【0075】また、請求項15記載の露光装置によれば、鏡筒支持体を基準としてステージのZ方向とチルト方向の位置・回転の測定を行うことができる。

【0076】また、請求項19記載の露光装置によれば、ステージおよびステージ定盤の位置をこれらと振動的に独立である鏡筒支持体を基準に計測することができるので、投影光学系とステージとの位置関係を正確に計

制することができる。

【0077】また、請求項24記載の露光装置によれば、鏡筒支持体に対するステージ定盤の位置をステージと別に制御することができる。これにより、ステージ定盤に支持されているステージの駆動範囲を小さく設定でき、またはステージの移動が駆動範囲内に収まるように安定したステージ制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ウエハステージの概略図

【図2】ステージ制御システムの概略図

【図3】位置計測の説明図

【図4】露光装置の全体図

【図5】半導体デバイスの製造工程を説明するフロー図

【図6】ウエハプロセスを説明するフロー図

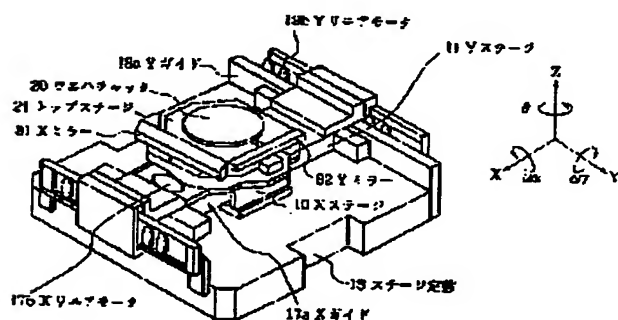
【図7】従来の計測システムの概略図

【図8】従来の露光装置の全体図

【符号の説明】

- 1 照明部
- 2 レチクル
- 3 投影レンズ
- 4 鏡筒支持体
- 5 本体用アクティブマウント
- 6 位置決め定盤

【図1】



* 7 フォーカス検出部

9 移動ミラー

10 Xステージ

11 Yステージ

13 ステージ定盤

14 ステージ用アクティブマウント

15 X、Y、 ω X、 ω Y、 θ 計測用レーザ干渉計

16 Z計測用レーザ干渉計

17a Xガイド

10 17b Xリニアモータ

18a Yガイド

18b Yリニアモータ

19 基板(ウエハ)

20 ウエハチャック

21 トップステージ

22 Z変位センサ

23 定盤間変位センサ

25 Zアクチュエータ

30 制御ボックス

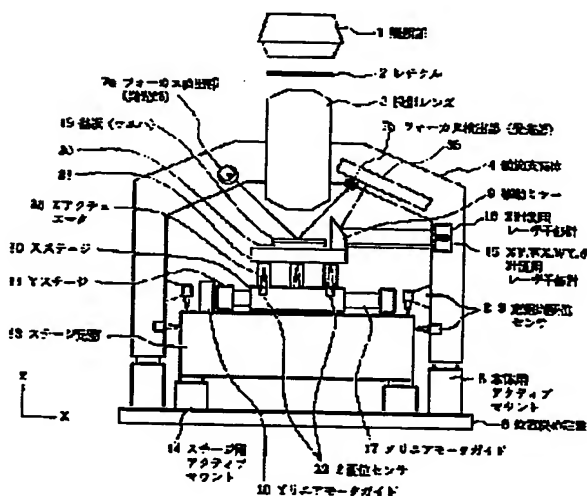
20 31 Xミラー

32 Yミラー

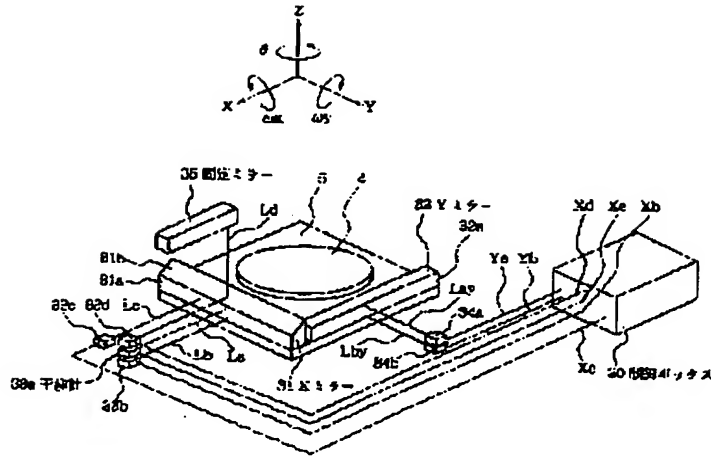
33 34 干渉計

* 35 固定ミラー

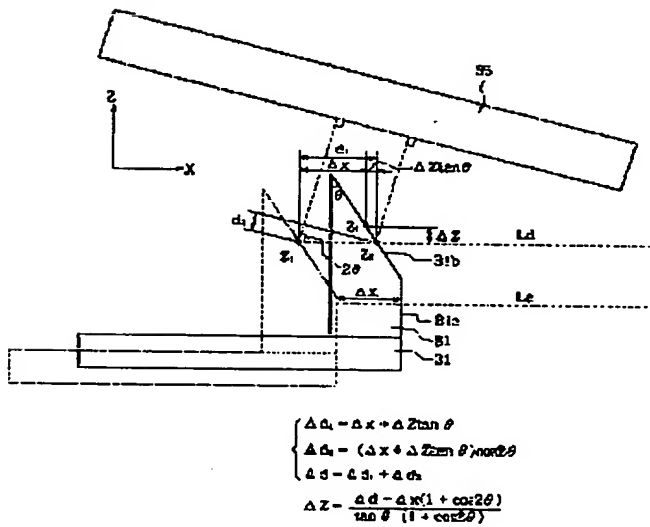
【図4】



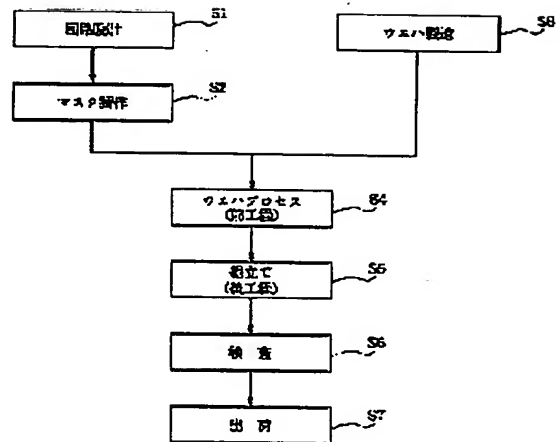
【図2】



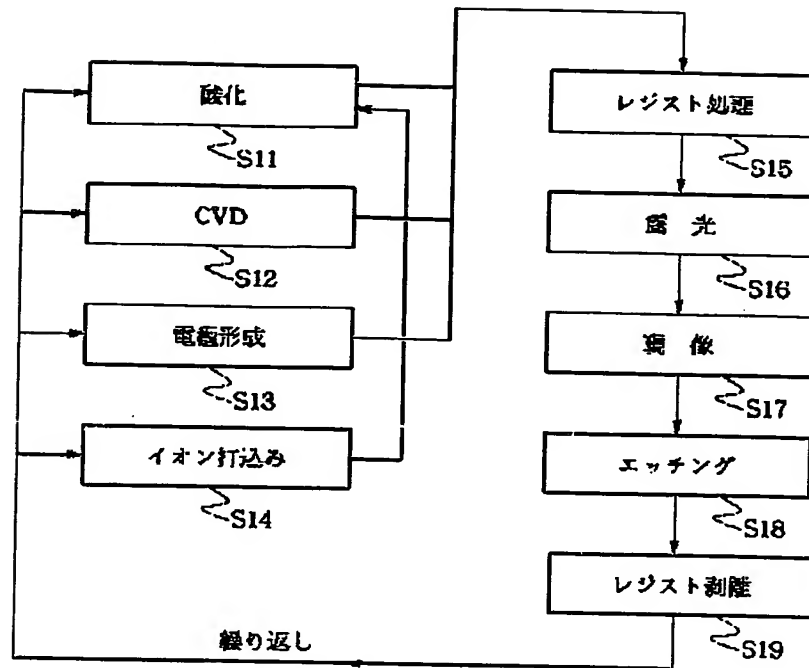
【図3】



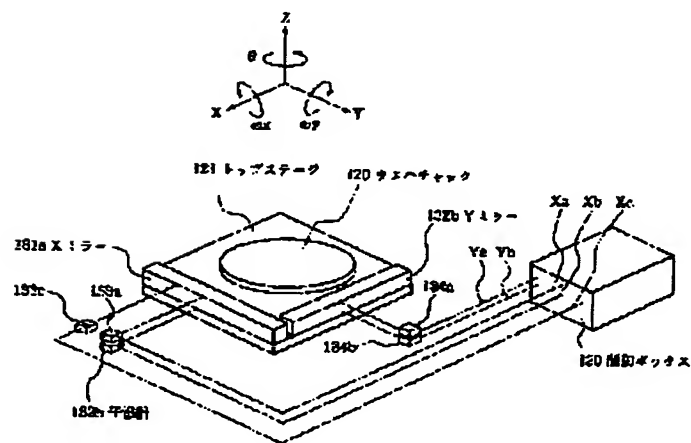
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

